

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное Государственное Бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)**

Одобрено кафедрой
«Теоретическая и прикладная механика»

**ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
Часть 3**

**Задания и методические указания
по выполнению контрольной работы
для студентов 1 курса**

Специальности:
23.05.05(190901.65) Системы обеспечения движения поездов

Специализации:
Электроснабжение железных дорог(СЭ)
Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте(СА)
Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного
транспорта(СТ)

Известно, что все машины и механизмы состоят из отдельных деталей. Эти детали, входящие в изделия непосредственно или в составе промежуточных сборочных единиц, объединяются между собой при помощи различных сборочных операций (завинчивание, запрессовка, сварка, пайка и т.д.). В результате образуются различные разъемные и неразъемные соединения. Неразъемным принято считать соединение, при разборе которого повреждаются детали. В противном случае – соединение разъемное.

Целью настоящей работы является изучение и практическое применение правил изображения на чертежах различных, наиболее распространенных, разъемных и неразъемных соединений: соединений болтом, шпилькой, винтом, зубчатых зацеплений, шлицевых соединений, а также сварных, паяных, клееных и клепаных соединений.

С особенностями других видов и разновидностей соединений деталей (шпоночных соединений, соединений труб резьбовыми фитингами, болтовых соединений с корончатыми гайками и т.д.) студенты могут ознакомиться самостоятельно, изучая соответствующие разделы литературы, в частности {3. 4}.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ

Работа выполняется на формате А3 в соответствии с номером варианта, определяемым по последней цифре шифра.

Первоначально чертеж выполняется в тонких линиях, проверяется разработчиком чертежа – студентом, затем (по возможности) проверяется преподавателем. После внесения исправлений и обводки чертежа он подписывается студентом и сдается на подпись преподавателю. Чертеж содержит изображения и обозначения различных соединений деталей.

Разрабатываемый чертеж является учебным чертежом и представляет собой совокупность фрагментов сборочного чертежа, на котором, как известно, проставляются только габаритные, подсоединительные и установочные размеры, характеризующие взаимное расположение деталей перед их соединением, например, перед сваркой и не проставляются размеры деталей, входящих в отдельные соединения.

Для изучения конструктивных особенностей резьбовых деталей и соединений, в работе рекомендуется изображать их на чертеже в конструктивном исполнении, т.е. без упрощений. Вместе с тем рекомендуется изучить упрощенные изображения отдельных крепежных деталей и соединений, установленные ГОСТом 2.315-68.

В связи с тем, что студенты к моменту выполнения данного задания еще не изучали раздел «Допуски и посадки», поля допусков в обозначениях резьб и посадки в обозначении шлицев можно не указывать. Разрешается также в обозначениях не указывать марки материалов, виды и толщины покрытий.

Пример выполнения задания приведен на рис. 1*.

2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ И ДЕТАЛЯХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

2.1. Образование, основные параметры, изображение и обозначение резьбы

Резьба - это конструктивный элемент, в основе которого лежат винтовые линии и винтовые поверхности.

* Рисунки см. на вклейке

Винтовая линия – пространственная кривая, получаемая сложением вращательного и поступательного движений.

Винтовая поверхность – поверхность, образованная винтовым перемещением (т.е. одновременным перемещением вдоль и вокруг оси поверхности) прямолинейной или криволинейной образующей.

Резьба может иметь один винтовой выступ (рис. 2, а), два винтовых выступа (рис. 2, б), (n) винтовых выступов. В соответствии с этим резьба называется однозаходной, двухзаходной, ..., n -заходной. Количество винтовых впадин равно количеству винтовых выступов.

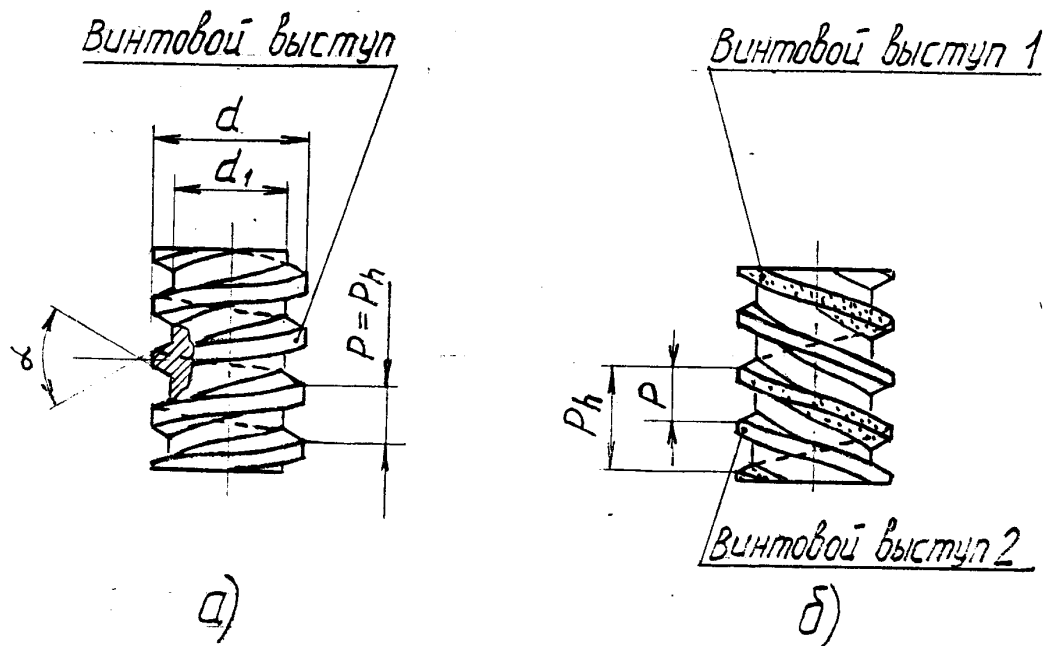


Рис. 2

Наружная резьба (резьба на стержнях и валах) нарезается при помощи резцов, гребенок и плашек.

Внутренняя резьба (резьба в отверстиях) нарезается преимущественно с помощью резцов, гребенок и метчиков.

Основными параметрами резьбы являются: профиль, номинальный диаметр, ход, шаг и направление витков.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Наиболее распространенными являются треугольные, трапецевидные, круглые и прямоугольные профили.

Номинальный диаметр резьбы – диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении. За номинальный диаметр большинство типов резьб принимается наружный диаметр.

Наружный диаметр d цилиндрической резьбы – это диаметр воображаемого цилиндра, касающегося вершин наружной резьбы (рис. 2, а) или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр d_1 цилиндрической резьбы – диаметр воображаемого цилиндра, касающегося впадин наружной резьбы (рис. 2, а) или выступов внутренней резьбы.

Шаг резьбы P – это расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, измеренное вдоль оси резьбы (рис. 2, а, б).

Ход резьбы Ph – это расстояние вдоль оси резьбы, на которое перемещается резьбовая деталь за один полный оборот (рис. 2, а, б). У однозаходной резьбы ход Ph

равен шагу P , а у многозаходной резьбы ход Ph и шаг P связаны соотношением: $Ph = P \cdot n$, где n – число заходов.

В зависимости от направления витков, резьбы могут быть правыми и левыми. Резьба, у которой видимый выступ, удаляясь от наблюдателя, перемещается по часовой стрелке, считается правой (рис. 2, а). Резьба, у которой выступ, удаляясь от наблюдателя, перемещается против часовой стрелки, считается левой (рис. 2, б).

В техники преимущественно применяются правые резьбы.

С целью сокращения номенклатуры режущего и мерительного инструмента, а также для обеспечения взаимозаменяемости деталей, большинство типов резьб стандартизировано. В стандартах строго регламентированы профили резьб, наружные диаметры, шаги и другие параметры.

Каждая стандартная резьба имеет свое условное обозначение. В условное обозначение входят:

- 1) условный символ типа резьбы (М – метрическая, МК – метрическая коническая, G – трубная цилиндрическая, Tr – трапецидальная, S – упорная и т.д.);
- 2) наружный диаметр резьбы (или условный диаметр прохода для трубной цилиндрической, трубной конической и конической дюймовой резьбы);
- 3) шаг резьбы (не указывается крупный шаг метрической однозаходной резьбы, а также шаги резьб трубной цилиндрической, трубной конической, дюймовой и конической дюймовой);
- 4) ход резьбы (для многозаходных резьб);
- 5) условный символ левой резьбы – LH (правая резьба не обозначается);
- 6) поле допуска для резьб метрической, трапецидальной, упорной и круглой, а также класс точности для трубной цилиндрической резьбы. В учебных чертежах по курсу инженерной графики поле допуска не указывается;
- 7) нормы стандарта для резьб дюймовой, дюймовой конической и упорной усиленной резьбы.

Метрическая резьба (символ М) является наиболее распространенным типом крепежной резьбы. В частности, метрическую резьбу имеют стандартные крепежные детали: болты, винты, гайки, рассматриваемые в данном задании.

Профиль метрической резьбы (ГОСТ 9150-81) – равносторонний треугольник с углом при вершине (угол α на рис. 2, а), равным 60° . Диаметры и шаги метрической резьбы – по ГОСТ 8724-81. Для каждого номинального диаметра резьбы стандарт предусматривает, как правило, несколько шагов. Большой шаг считается крупным, остальные – мелкие.

Пример условного обозначения метрической резьбы с номинальным диаметром 20 мм, крупным шагом 2,5 мм: М20 с мелким шагом 1,5 мм; М20 Х 1,5; для левой резьбы с мелким шагом 1 мм: М20 Х 1 LH.

Пример условного обозначения двухзаходной метрической резьбы номинальным диаметром 20 мм, ходом 3 мм и мелким шагом 1,5 мм, левой: М20 Х 3 (Р1,5) LH.

Точное изображение резьб на чертежах весьма трудоемко. Поэтому ГОСТ 2.311-82 предусматривает условные изображения, одинаковые для всех типов резьб. Резьбу на стержне изображают сплошными линиями по наружному диаметру резьбы, сплошные основные линии по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру (рис. 3, а). При этом на изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, и сплошные тонкие линии по внутреннему диаметру проводят на всю длину резьбы полного профиля, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте.

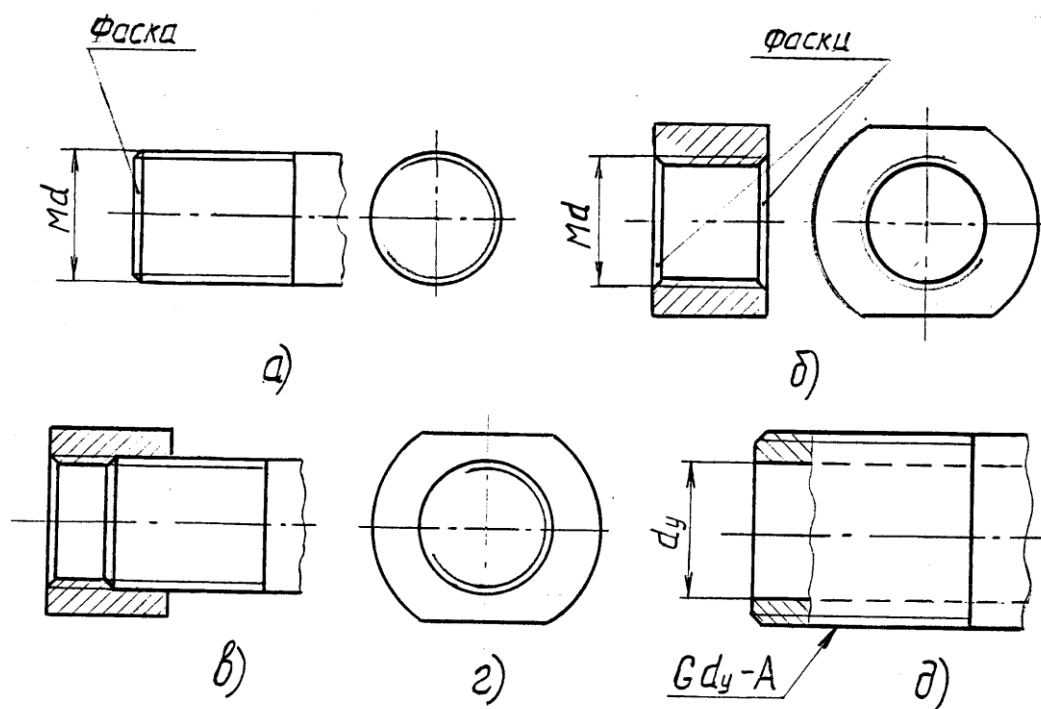


Рис. 3

Резьбу в отверстии изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру (рис. 3, б). При этом на разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию проводят на всю длину резьбы полного профиля, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте. Сплошная тонкая линия на изображениях наружной и внутренней резьбы должна быть на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Фаски на резьбовом стержне и в резьбовом отверстии, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают (рис. 3, а, б).

Границу резьбы изображают сплошной основной линией, проведенной в конце полного профиля перпендикулярно оси резьбы (рис. 3, а). На изображении разреза резьбового соединения, полученного на плоскости, параллельной оси резьбы, полностью показывают резьбу на стержне, а в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 3, в). На изображении резьбового соединения на плоскости, перпендикулярной оси резьбы, изображают резьбу на стержне (рис. 3, г).

Выносные линии для обозначений всех типов резьб, кроме резьбы трубной цилиндрической и конических резьб, проводятся от наружного диаметра резьбы (рис. 3, а, б). Обозначение трубной цилиндрической резьбы наносят на полке линии выноски, заканчивающейся стрелкой (рис. 3, д).

В обозначении трубной цилиндрической резьбы указывается символ резьбы, диаметр условного прохода d_y в дюймах и класс точности (А или В). Аналогично на полках линий-выносок указываются обозначения конических резьб.

2.2. Детали резьбовых соединений

Подавляющее большинство деталей резьбовых соединений (болтов, гаек, шпилек, винтов, шайб) стандартизировано. Как правило, они изготавливаются по

Государственным стандартам (ГОСТам). Лишь некоторые из них, в особо ответственных и технически обоснованных случаях, могут изготавливаться по отраслевым стандартам или даже по отдельным чертежам.

Для характеристики механических свойств стандартных болтов, шпилек и винтов, изготавливаемых из углеродистых и конструкционных сталей, ГОСТом 1759.4-87 установлено 11 классов прочности: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9. Первая цифра в этих обозначениях, умноженная на 100, определяет временное сопротивление стали, вторая цифра, умноженная на 10 – отношение предела текучести к временному сопротивлению в %. При обозначении классов прочности болтов, шпилек и винтов точки между цифрами, обозначающими класс прочности материала, не ставятся (см. примеры обозначений в разделах 3, 4 и 5).

Для гаек установлено 7 классов прочности: 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12.

Болты, шпильки, винты и гайки выпускаются грубой точности (класс С), нормальной точности (класс В) и повышенной точности (класс А).

3. СОЕДИНЕНИЕ БОЛТОМ

Стандартный болт – деталь, имеющая цилиндрический стержень с резьбой и головку. Головки болтов могут иметь форму шестигранника, квадрата, полусферическую форму и т.д. Наибольшее распространение получили болты с шестигранными головками.

Гайка – деталь, имеющая центральное резьбовое отверстие и предназначенная для навинчивания на болт, шпильку или другую деталь с наружной резьбой. В зависимости от назначения, гайки могут иметь различные конструктивные формы: обычные шестигранные, шестигранные прорезные, шестигранные корончатые, круглые с радиальными прорезями, круглые со шлицем на торце и т.д. В общем машиностроении наибольшее распространение получили стандартные шестигранные гайки по ГОСТ 5915-70. В зависимости от высоты шестигранные гайки подразделяются на нормальные, низкие, высокие и особо высокие. В ответственных соединениях, работающих при значительных вибрациях и переменных осевых усилиях, для предотвращения возможного их самоотвинчивания ставятся прорезные (исполнение 1) и корончатые (исполнение 2) гайки по ГОСТ 5918-73.

Шайба – деталь, имеющая центральное отверстие и подкладываемая под гайку с целью равномерного распределения осевой нагрузки на опорную поверхность под гайкой (шайбы по ГОСТ 11371-78) или с целью предотвращения самоотвинчивания резьбовых деталей (шайбы по ГОСТ 6402-70). В данной работе в соединение болтов (рис. 4) входят: болт с шестигранной головкой нормальной точности по ГОСТ 7798-70, исполнение 1, гайка шестигранная нормальной точности по ГОСТ 5915-70, исполнение 2, шайба по ГОСТ 11371-78, исполнение 2, а также две соединяемые детали толщинами В и В₁.

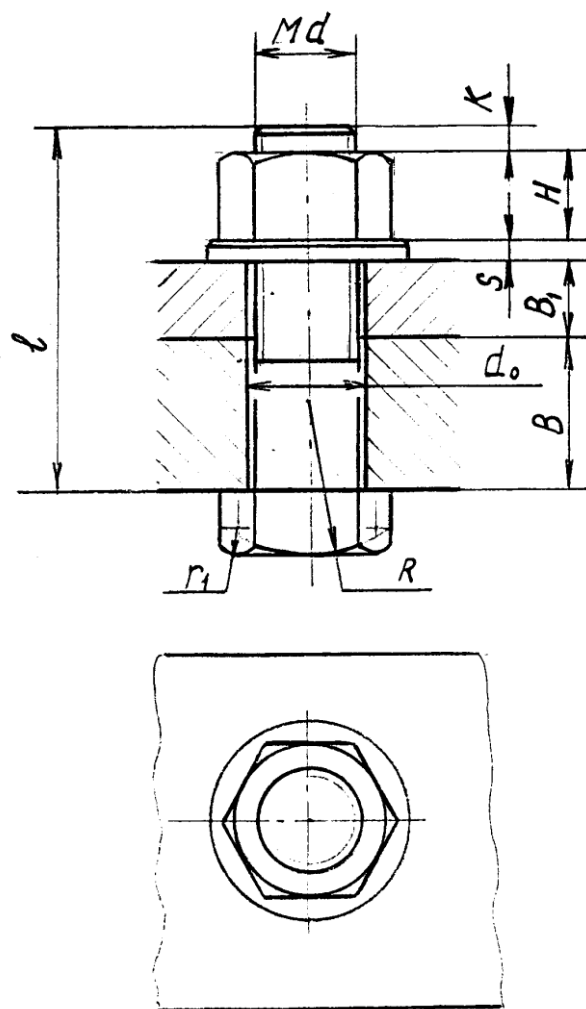


Рис. 4

Диаметр болта d , шаг резьбы P , толщины соединяемых деталей B и B_1 даны в табл. 1. Размеры элементов болта (рис. 5) приведены в табл. 2. На рис. 5 изображен болт исполнения 1. Болт исполнения 2 имеет отверстие под шплинт в резьбовой части стержня. Болт исполнения 3 имеет в головке два сквозных отверстия для контрольной проволоки.

Длина болта l_6 (длина цилиндрического участка) вычисляется по формуле $l_6 = B + B_1 + S + H + K$, где B и B_1 – толщины соединяемых деталей, S – толщина шайбы, H – высота гайки, K – возвышение торцевой поверхности болта над торцевой поверхностью гайки. Расчетную длину болта следует округлить до ближайшей стандартной длины l , приведенной в табл. 2.

При изображении болта на чертеже необходимо расположить его с таким расчетом, чтобы на главном изображении были видны 3 грани головки шестигранника. Аналогичную особенность изображения на чертеже имеют и шестигранные гайки.

Таблица 1

**Исходные данные для выполнения
резьбовых соединений**

Соеди- нения	Парамет- ры		Номер варианта									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Болтом	d		10	10	12	12	6	6	16	16	8	8
	Шаг	Крупн.	1,5		1,75		1,0	1,0	2,0		1,25	
	p	Мелк.		1,25		1,25	—	—		1,5		1
	B		22	18	20	18	20	18	22	15	20	22
	B ₁		16	20	20	22	12	14	18	22	15	13
Шпилькой	d		8	8	10	10	16	16	12	12	6	6
	Шаг	Крупн.		1,25		1,5		2,0		1,75	1,0	1,0
	p	Мелк.	1		1,25		1,5		1,25		—	—
	B ₂		20	22	20	25	28	25	30	32	18	15
	ГОСТ		22032-76		22034-76		22036-76		22038-76		22040-76	
Винтом	d		6	6	10	10	8	8	12	12	16	16
	Шаг	Крупн.	1,0	1,0	1,5		1,25		1,75		2,0	
	p	Мелк.	—	—		1,25		1,0		1,25		1,5
	B ₃		10	8	12	15	15	12	15	18	20	25
	ГОСТ		1491-80		17473-80		17474-80		17475-80			
	Исполнение		—	—	1	2	1	2	2	1	2	1

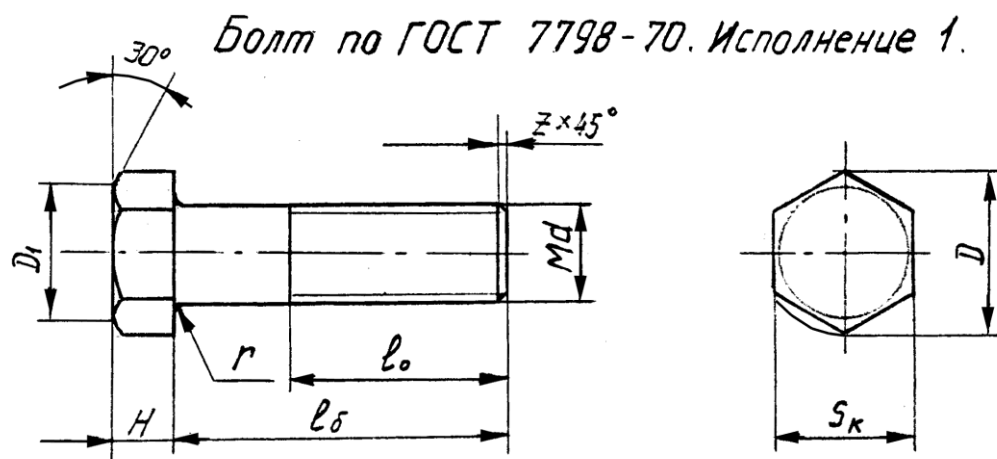


Рис. 5

Шестигранные поверхности болтов и гаек заканчиваются, как правило, фасками – конусами, образующие которых составляют углы 30° с торцевыми поверхностями этих деталей. В результате пересечения этих конических фасок с гранями шестигранников образуются кривые линии – гиперболы. Изображение гипербол на чертеже трудно в исполнении. Поэтому на чертеже гиперболы болтов и гаек заменяются дугами окружностей (см. рис. 4). Размеры шестигранных гаек по ГОСТ 5915-70 (рис. 6) даны в табл. 3.

Размеры шайб по ГОСТ 11371-78 (рис. 7) даны в табл. 4. Болт, гайка и шайба на чертеже должны иметь свои обозначения (см. рис. 1).

Примеры обозначений:

Болт по ГОСТ 7798-70 диаметром резьбы $d = 10$ мм, с крупным шагом $P = 1,5$ мм, длиной 40 мм, классом прочности 5.8, исполнения 1:

Болт М10Х40.58 ГОСТ 7798-70;

то же, с мелким шагом $P = 1,25$ мм, исполнения 2:

Болт 2М10Х1,25Х40.58 ГОСТ 7798-70;

Гайка по ГОСТ 5915-70 диаметром резьбы $d = 10$ мм, с крупным шагом $P = 1,5$ мм, классом прочности 5, исполнения 1:

Гайка М10.5 ГОСТ 5915-70;

то же, с мелким шагом $P = 1,25$ мм, исполнения 2:

Гайка 2М10Х1,25 ГОСТ 5915-70

Шайба по ГОСТ 11371-78 для стержневой крепежной детали $d=10$ мм, класса прочности 3.6, исполнения 1:

Шайба 10.36 ГОСТ 11371-78;

то же исполнения 2:

Шайба 2-10.36 ГОСТ 11371-78.

Как видно из примеров, первые исполнения болтов, гаек и шайб в их обозначениях не указываются.

Таблица 2

Размеры болтов по ГОСТ 7798-70

Номинальный диаметр резьбы d		6	8	10	12	16
Шаг резьбы P	Крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
	Мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5
Высота головки H		4,0	5,5	7,0	8,0	10,0
Диаметр описанной окружности D		10,9	14,2	18,7	20,9	26,5
Размер под ключ S_k		10	13	17	19	24
Размер Z фаски	Шаг крупный	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0
	Шаг мелкий	—	1,0	1,6	1,6	1,6
Радиус r		0,25...0,6	0,4 ... 1,1		0,6 ... 1,6	
Длина резьбы l_0	Длина болта l					
	35	18	22	26	30	35
	40					40
	45					38
	50					
	55					
	60					

Таблица 3

Номинальный диаметр резьбы d		6	8	10	12	16
Шаг резьбы P	Крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
	Мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5
Диаметр описанной окружности D		10,9	14,2	18,7	20,9	26,5
Высота H		5	6,5	8	10	13
Размер под ключ S_K		10	13	17	19	24

Таблица 4

Диаметр резьбы крепежной детали d	6	8	10	12	16
Диаметр d_1	6,4	8,4	10,5	13	17
Диаметр d_2	12,5	17,5	21	24	30
Толщина S	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0
Размер S шасси	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8

4. СОЕДИНЕНИЕ ШПИЛЬКОЙ

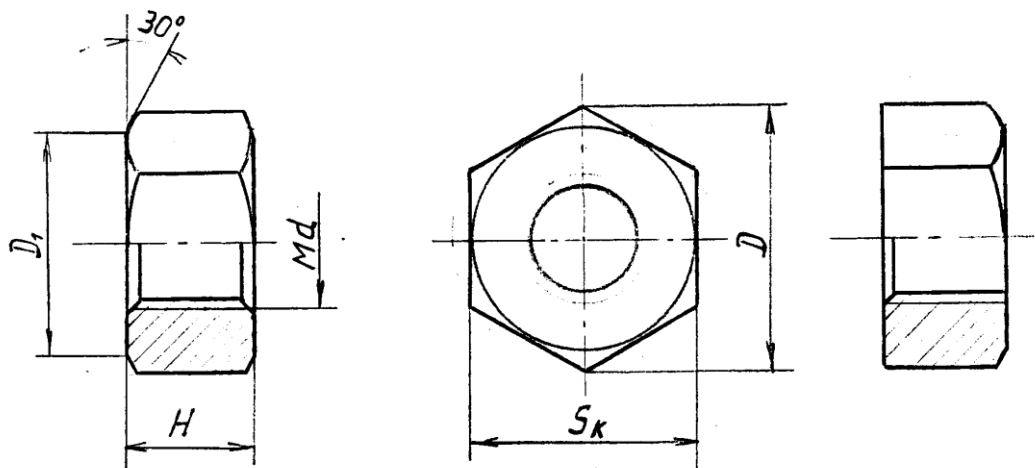
Шпилька (рис. 8) – цилиндрический стержень, имеющий резьбу с двух сторон и предназначенный для соединения двух или несколько деталей. Одним резьбовым концом шпилька ввинчивается в деталь (как правило, в деталь корпусную, массивную). Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1 , где x – длина участка сбега резьбы, т.е. резьбы неполного профиля.

Размер l_1 зависит от диаметра шпильки и от ГОСТа на шпильку. Шпильки по ГОСТ 22032-76 предназначены для ввинчивания их в стальные, латунные, а также бронзовые детали и имеют размер $l_1 = d$. Шпильки по ГОСТ 22034-76 предназначены для ввинчивания в чугунные детали и имеют $l_1 = 1,25d$. Шпильки по ГОСТ 22036-76, также предназначенные для ввинчивания в чугунные детали, имеют $l_1 = 1,6d$. Шпильки по ГОСТ 22038-76 предназначены для ввинчивания в легкие (алюминиевые, магниевые) сплавы и имеют $l_1 = 2d$. Шпильки по ГОСТ 22040-76, также предназначены для ввинчивания в легкие сплавы, имеют $l_1 = 2,5d$.

Гайки шестигранные по ГОСТ 5915-70

Исполнение 1

Исполнение 2



$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Рис. 6

Шайбы по ГОСТ 11371-78

Исполнение 1

Исполнение 2

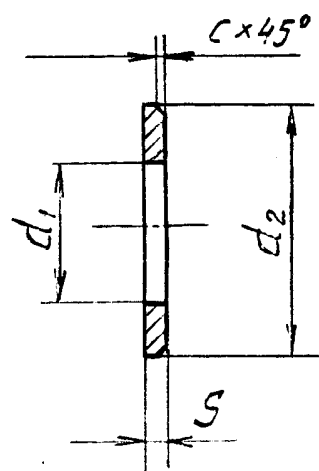
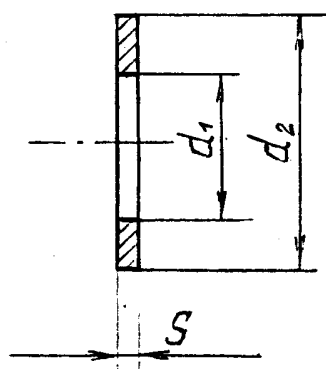


Рис. 7

Шпильки по ГОСТ 22032-76...ГОСТ 22040-76

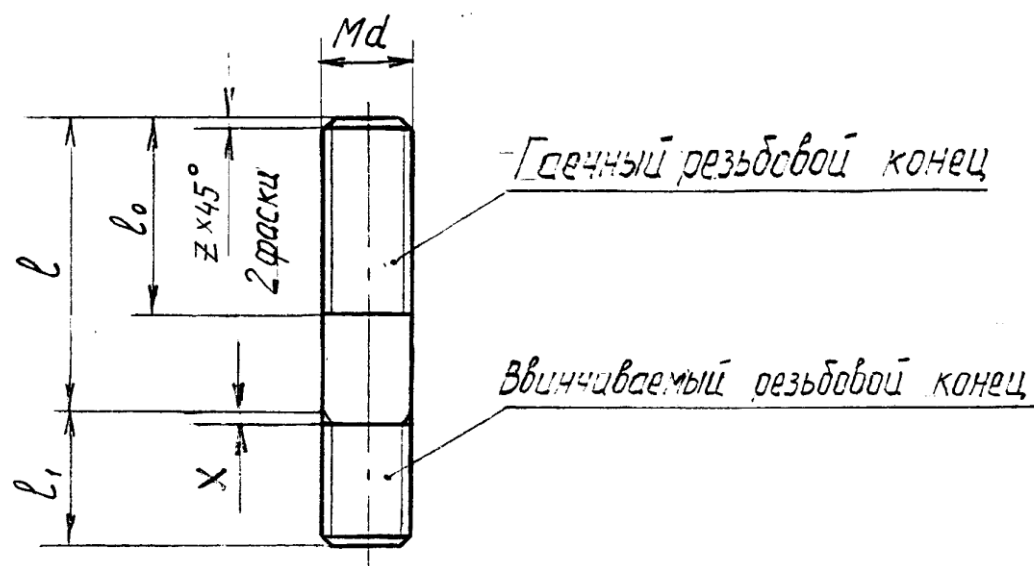


Рис. 8

Второй резьбовой конец шпильки предназначен для навинчивания гайки и называется гаечным резьбовым концом.

Длина гаечного резьбового конца l_0 в зависимости от диаметра шпильки d и ее длины l , где l – длина части шпильки без длины ввинчиваемого резьбового конца, определяется по табл. 5.

С обеих сторон шпильки имеют фаски, размеры которых равны размерам фасок болтов (при равных диаметрах и шагах резьбы), приведенным в табл. 2.

Для соединения двух или нескольких деталей шпилькой в одной из них предварительно сверлят цилиндрическое отверстие (рис. 9, а). Диаметр этого отверстия d_c несколько меньше диаметра резьбы и определяется по стандарту (ГОСТ 19257-73). На чертеже диаметр отверстия равен внутреннему диаметру резьбы шпильки. Глубина этого отверстия $l_2 \cong l_1 + 6P$, где P – шаг резьбы. После сверления отверстия и снятия фаски метчиком нарезается резьба, соответствующая резьбе шпильки (рис. 9, б). Глубина резьбового участка $l_3 \cong l_1 + 2P$. В полученное резьбовое гнездо ввинчивается шпилька, затем окончательно выполняется соединение деталей (рис. 9, в).

В данной работе в соединение шпилькой входит стандартная шпилька, шайба пружинная по ГОСТ 402-70, нормальная, гайка шестигранная по ГОСТ 5915-70, исполнения 1, а также деталь 1, в которую ввинчивается шпилька, и присоединяемая деталь 2 толщиной B_2 .

Диаметры и шаги шпилек, а также ГОСТы на шпильки и толщины присоединяемых деталей даны в табл. 1.

Длина шпильки вычисляется по формуле:

$$L_{ш} = B_2 + S_1 + H + K,$$

где B_2 – толщина присоединяемой детали, S_1 – толщина пружинной шайбы, H – высота гайки, K – возвышение торцевой поверхности шпильки над торцевой поверхностью гайки. Полученное расчетное значение длины шпильки следует округлить до ближайшего стандартного значения, кратного 5. размеры элементов пружинных шайб (рис. 10) даны в табл. 6.

Изображение резьбы шпильки, ввинченной в резьбовое гнездо, должно полностью соответствовать требованиям ГОСТ 2.311-82, приведенным в разделе 2.1.

Таблица 5

Длина шпильки ℓ	Диаметр d				
	6	8	10	12	16
	Размер ℓ_0				
25	18	18	17	16	—
30	18	22	22	21	—
35	18	22	26	26	23
40	18	22	26	30	28
45	18	22	26	30	33
50	18	22	26	30	38

Соединение шпилькой

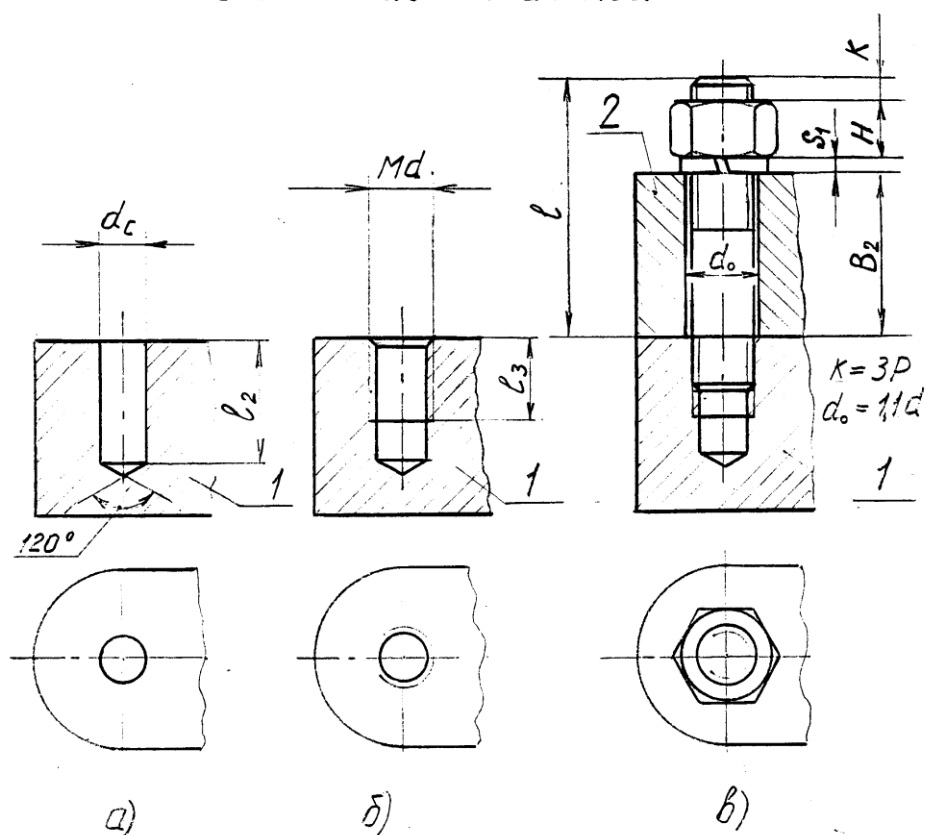


Рис. 9 Соединение шпилькой

Шайбы пружинные по ГОСТ 6402-70

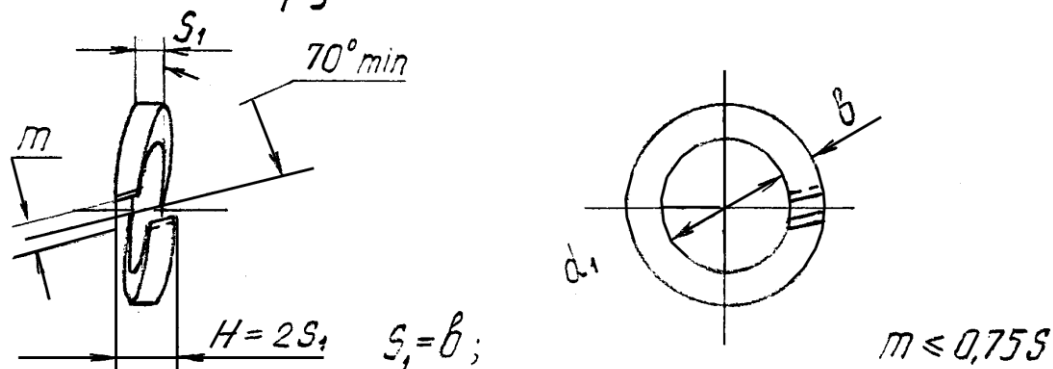


Рис.10

Таблица 6

Диаметр резьбы крепежной детали d	6	8	10	12	16
Диаметр d_1	6,1	8,1	10,1	12,1	16,3
Толщина S_1	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0

Шпилька, гайка и шайба в соединении шпилькой на чертеже должны иметь свои обозначения (см рис. 1).

Примеры обозначений:

Шпилька по ГОСТ 22034-76 с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом $P = 2$ мм, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8;

Шпилька M16X60.58 ГОСТ 22034-76;

то же, с мелким шагом $P = 1,5$ мм;

Шпилька M16X1,5X60.58 ГОСТ 22034-76.

Шайба пружинная по ГОСТ 6402-70 для стержневой детали диаметром резьбы $d=16$ мм, нормальная, из стали 65 Г:

Шайба 16.65 Г ГОСТ 6402-70.

Примеры обозначений гаек даны в разделе 3.

5. СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОМ

Крепежный винт – деталь, имеющая цилиндрический стержень с резьбой и головку. Головки винтов могут иметь различную форму. Наибольшее распространение получили крепежные винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80 (рис. 11, а), винты с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80 (рис. 11, б), винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474-80 (рис. 11, в) и винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-80 (рис. 11, г). Винты с цилиндрической головкой выпускаются одного исполнения с прямым шлицем, винты с полукруглой, полупотайной и потайной головками выпускаются двух исполнений: исполнение 1 – с прямым шлицем, исполнение 2 – с крестообразным шлицем.

Основные размеры перечисленных винтов приведены в табл. 7. Размеры z фасок такие же, как у болтов соответствующих диаметров и шагов (см. табл. 2.).

В данной работе в соответствии с персональным номером варианта студент выполняет соединение деталей одним из винтов (рис.12). Исходные данные для выполнения соединения приведены в табл. 1.

Глубина завинчивания винта в детали из стали, бронзы и латуни принимается равной диаметру d (для вариантов заданий 1. . . 3), в детали из чугуна – $1,25 d$ (для вариантов заданий 4 . . . 6), в детали из легких сплавов – $2d$ (для вариантов 7 . . . 0). Длину винта следует выбрать из следующего ряда стандартных длин: 10, 11, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100. В отличие от шпильки, граница резьбового участка винта должна выходить за плоскость стыка соединяемых деталей в сторону детали со сквозным цилиндрическим отверстием на размер не менее $0,5 d$ (рис. 12). Резьбовое гнездо под винт рассчитывается и вычерчивается аналогично резьбовому гнезду под шпильку.

Винт на чертеже должен иметь свое обозначение.

Примеры обозначений:

Винт с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80 диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом $P = 1,25$ мм, длиной 50 мм, классом прочности 5.8:

Винт М8Х50.58 ГОСТ 1491-80;

то же, с мелким шагом $P = 1$ мм:

Винт М8Х1Х50.58 ГОСТ 1491-80.

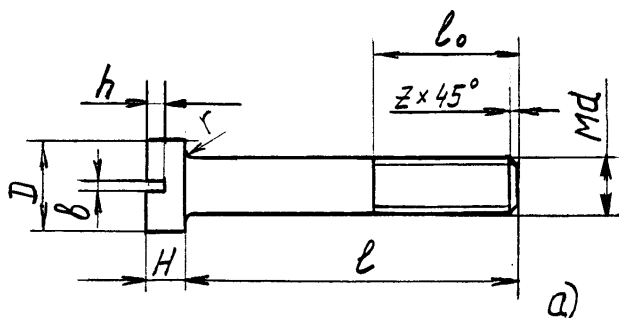
Винт с потайной головкой по ГОСТ 17475-80 диаметром резьбы $d=12$ мм с мелким шагом $P = 1,25$ мм, длиной 60 мм, классом прочности 5.8, исполнения 1:

Винт М12Х1,25Х60.58 ГОСТ 17475-80;

то же, исполнение 2:

Винт 2М12АХ1,25Х60.58 ГОСТ 17475-80.

Винт с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80

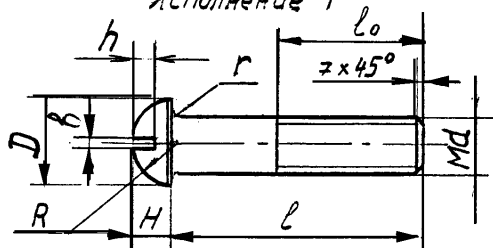


а)

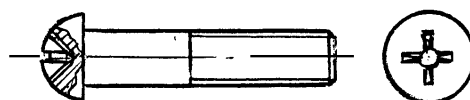
Винты с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80

Исполнение 1

Исполнение 2



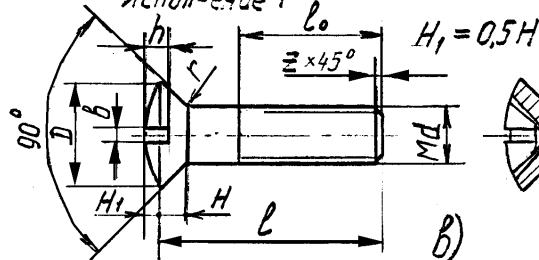
б)



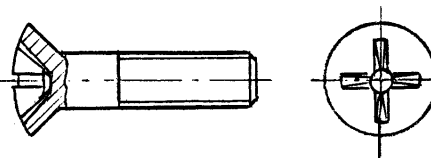
Винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474-80

Исполнение 1

Исполнение 2



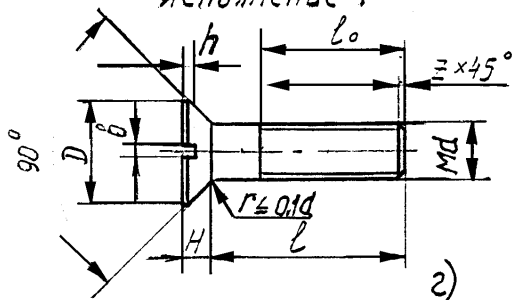
в)



Винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-80

Исполнение 1

Исполнение 2



г)

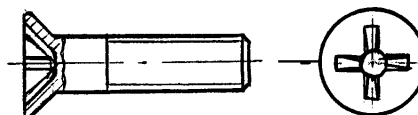


Рис. 11

Таблица 7

Диаметр резьбы d			6	8	10	12	16
Винты по ГОСТ 1491-80, ГОСТ 17473-80, ГОСТ 17474-80, ГОСТ 17475-80.	Шаг резьбы	Крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
		Мелкий	—	1,0	1,25	1,25	1,5
	Длина резьбы l_0		18	22	26	30	38
	Ширина шлица b		1,6	2,0	2,5	3,0	4,0
	Длина винта l		7...60	12...60	18...100	18...100	28...100
Винты по ГОСТ 1491-80	Диаметр головки D		10	13	16	18	24
	Высота головки H		3,9	5,0	6,0	7,0	9,0
	Глубина шлица h		2,0	2,5	3,0	3,5	4,5
Винты по ГОСТ 17473-80	Длина винта l		7...55	12...70	18...70	22...80	30...95
	Диаметр головки D		10	13	16	18	24
	Высота головки H		4,2	5,6	7,0	8,0	11,0
	Радиус сферы R		5,1	6,6	8,1	9,1	12,1
	Глубина шлица h		2,5	3,5	4,0	4,2	5,0
Винты по ГОСТ 17474-80	Длина винта l		8...100	10...100	12...100	16...100	30...100
	Диаметр головки D		11	14,5	18	21,5	28,5
	Высота головки H		3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
	Радиус сферы R		12	15	19	22,5	30
	Глубина шлица h		2,6	3,5	4,3	5,2	6,8
Винты по ГОСТ 17475-80	Длина винта l		7...60	8...80	11...100	16...100	32...100
	Диаметр головки D		11	14,5	18	21,5	28,5
	Высота головки H		3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
	Глубина шлица h		1,6	2,0	2,5	3,0	4,0

Соединения винтами

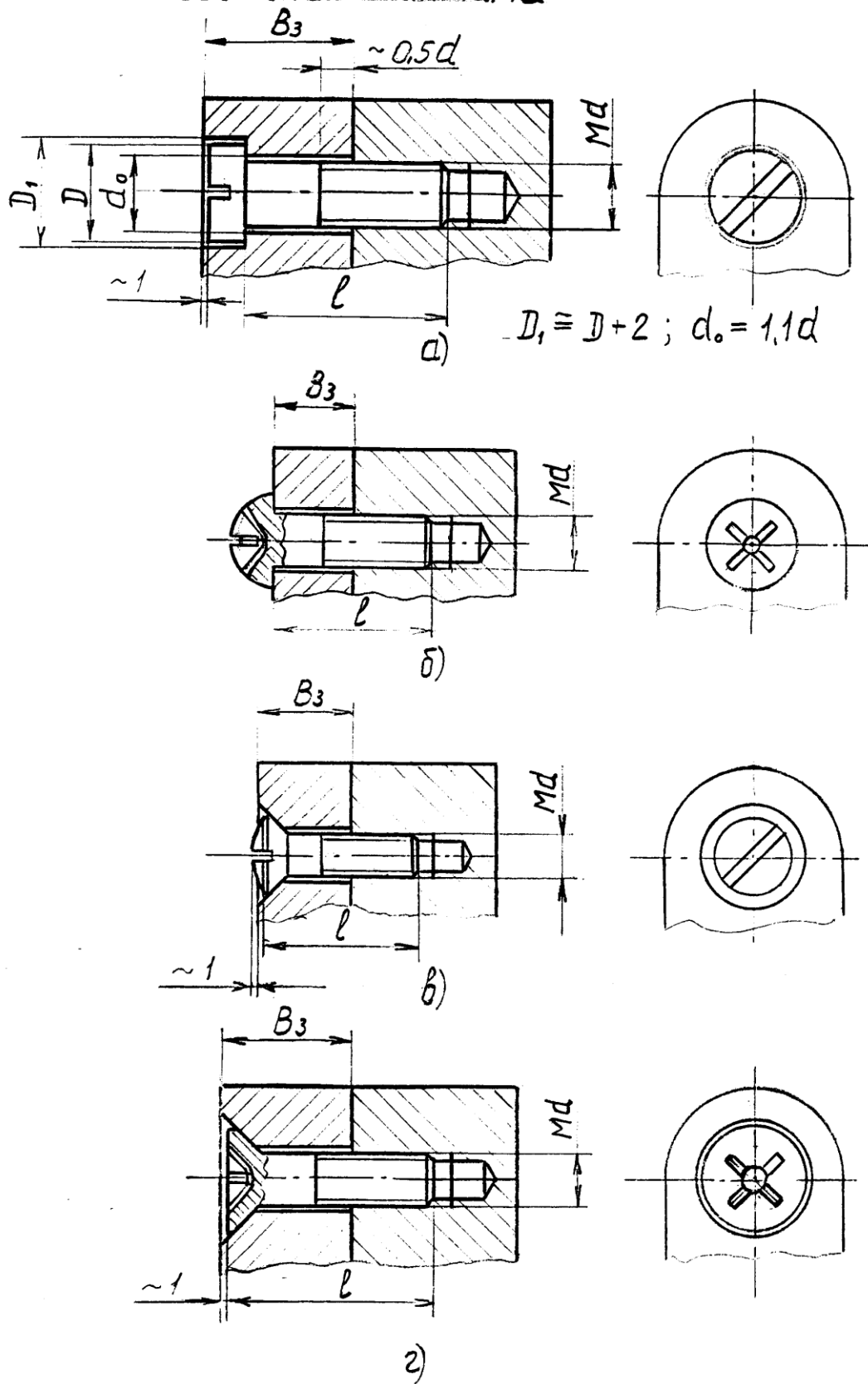


Рис. 12

6. ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

В настоящей работе студенты выполняют простейшие расчеты и изображения в соответствии с ГОСТ 2.402-68 цилиндрической эвольвентной зубчатой передачи. Одним из основных параметров зубчатой передачи является модуль m – параметр, характеризующий размеры зуба и окружной шаг зубчатого зацепления. Модуль m – это отношение окружного шага t^{\wedge} зацепления, измеренного в мм по дуге делительной окружности, (рис. 13) к числу π , т.е.

$$m = \frac{t^{\wedge}}{\pi}$$

Модули стандартизированы (ГОСТ 5963-60). В частности, стандартом предусмотрены модули (в мм): 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; и т.д.

Делительная (начальная) окружность – теоретическая окружность (рис. 13), делящая зуб на две части – головку и ножку. У некоррегированного зуба высота головки $h_r = m$, а высота ножки $h_1 = 1,25m$. Диаметр делительной окружности или делительный диаметр D_d равен произведению модуля на число зубьев, т.е. $D_d = m \cdot z$.

Делительная (начальная) окружность, а также образующие делительного (начального) цилиндра изображаются на чертеже тонкой штрих-пунктирной линией.

Диаметр окружности выступов D_o определяется соотношением:

$$D_o = m(z + 2).$$

Окружность и образующие поверхностей выступов зубьев изображаются сплошными основными линиями (рис. 14).

Диаметр окружности впадин D_j определяется по формуле:

$$D_j = m(z - 2.5).$$

На разрезах образующие поверхностей впадин зубьев показываются сплошными основными линиями. На видах окружности впадин либо не показываются, либо изображаются тонкими сплошными линиями. На разрезе зубчатого колеса зуб не штрихуется.

Межцентровое расстояние A зубчатой передачи определяется соотношением:

$$A = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

Варианты заданий с численными значениями модулей m , с числами зубьев z_1 и z_2 , а также шириной зубчатых венцов B_v даны в табл.8.

Размеры некоторых недостающих конструктивных элементов, в частности диаметр D_c ступицы зубчатого колеса и диаметры центральных отверстий валов и др., студент может выбрать самостоятельно, исходя из конкретных параметров зубчатой передачи и зубчатого (шлицевого) соединения. На чертеже зубчатой передачи должны быть заданы основные параметры – модуль и числа зубьев зубчатых колес (см рис. 1).

7. ШЛИЦЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

В шлицевом (зубчатом) соединении, предназначенном для передачи крутящего момента, шлицы (зубья) одной детали входят во впадины (пазы) ответной детали. На практике наибольшее распространение получили прямобочные шлицевые соединения по ГОСТ 1139-80 и эвольвентные шлицевые соединения по ГОСТ 6033-80.

Основные параметры прямобочного шлицевого соединения (рис. 15): число зубьев z , внутренний диаметр d , наружный диаметр D и ширина зуба b .

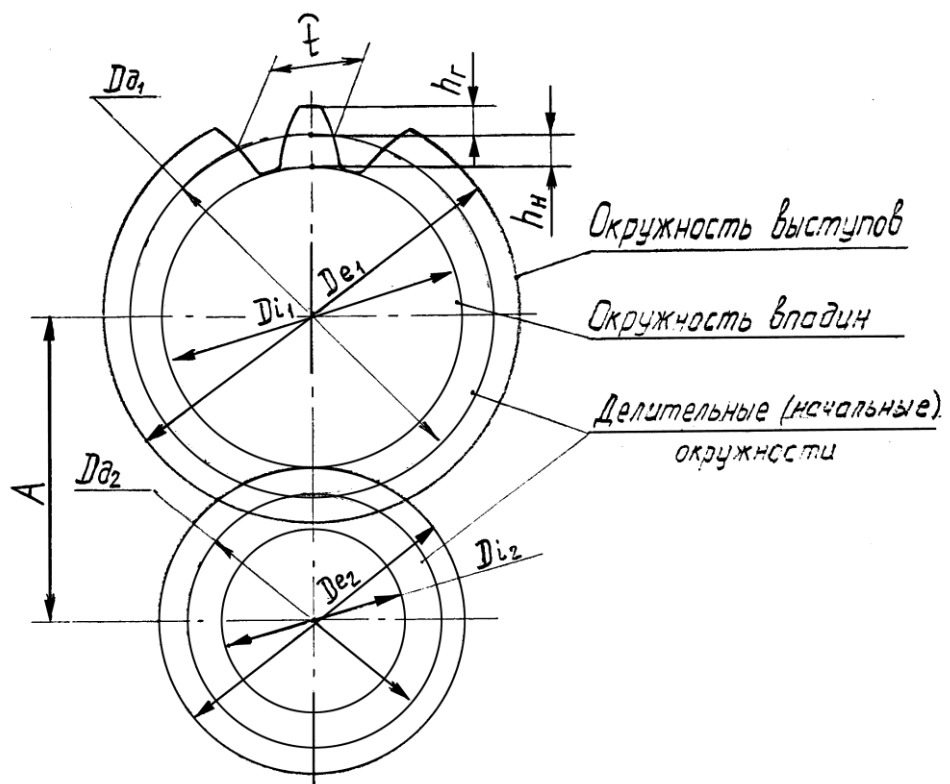


Рис.13

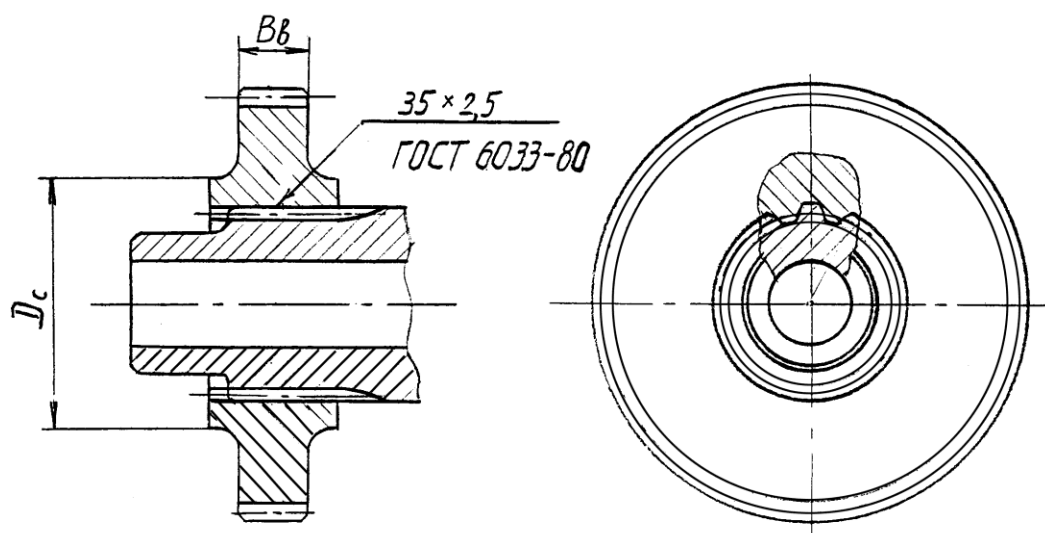


Рис. 14

Таблица 8

Параметры	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Модуль m	3,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5
Число зубьев Z_1	25	30	35	45	22	28	32	50	27	32
Число зубьев Z_2	15	20	24	32	16	22	26	28	16	18
Ширина венца B	15	14	13	12	15	14	13	12	15	14

Центрирование деталей в прямобочном шлицевом соединении осуществляется одним из трех способов: по наружному диаметру D , по внутреннему диаметру d , по боковым поверхностям зубьев b .

Примеры обозначений прямобочных шлицевых соединений (без указания посадок): при центрировании по наружному диаметру: $D - zXdXDXb$ ГОСТ 1139-80; при центрировании по внутреннему диаметру: $d - zXdXDXb$ ГОСТ 1139-80; при центрировании по боковым поверхностям зубьев: $b - zXdXDXb$ ГОСТ 1139-80.

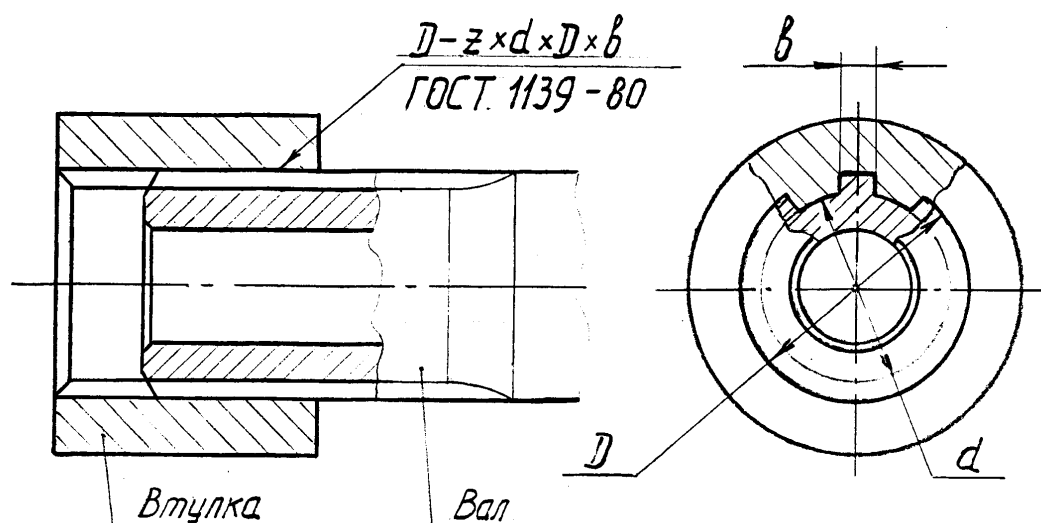


Рис. 15

Основные параметры эвольвентного шлицевого соединения: номинальный диаметр соединения D , модуль m и число зубьев z . Центрирование – аналогично центрированию деталей в прямобочном шлицевом соединении. При центрировании по наружному диаметру номинальный диаметр соединения равен диаметру окружности вершин зубьев вала. В обозначение эвольвентного шлицевого соединения входят (без обозначения посадки): номинальный диаметр соединения D , модуль m и ГОСТ (см. рис. 14). При изображении шлицевого соединения следует руководствоваться основными правилами и положениями, установленными ГОСТ 2.409-74:

окружности и прямолинейные образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия показывают сплошными основными линиями;

прямолинейные образующие поверхностей впадин на продольных разрезах вала и отверстия показывают сплошными основными линиями;

на проекции вала и отверстия на плоскость, перпендикулярную его оси, а также в поперечных разрезах и сечениях окружности впадин показывают сплошными тонкими линиями;

на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси зубчатого вала или отверстия, а также на поперечных разрезах и сечениях изображают профиль одного зуба и двух впадин;

изображение шлицев в соединении выполняют как изображение шлицев вала;

радиальный зазор между зубьями вала и отверстия не показывают;

делительные окружности и образующие делительных поверхностей эвольвентных шлицевых деталей и соединений показывают тонкими штрих-пунктирными линиями.

Студенты выполняют шлицевые соединения в соответствии с вариантами заданий, указанными в табл. 9.

Шлицевое соединение на чертеже должно иметь свое обозначение (см. рис. 14 и рис. 15).

Таблица 9

Параметры	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вид шлицевого соединения	Прямоугольное по ГОСТ 1139-80					Эвольвентное по ГОСТ 6033-80				
Число зубьев Z	8	8	6	10	10	—	—	—	—	—
Внутренний диаметр d	32	36	28	36	32	—	—	—	—	—
Наружный диаметр D	36	42	34	45	40	—	—	—	—	—
Ширина зуба b	6,0	7,0	7,0	5,0	5	—	—	—	—	—
Номинальный диаметр соединения D	—	—	—	—	—	38	40	35	40	38
Модуль m	—	—	—	—	—	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
Число зубьев Z	—	—	—	—	—	14	14	12	12	11

8. СВАРОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

В зависимости от номера варианта студент выполняет на чертеже либо угловое (рис. 16, а), либо тавровое (рис. 16, б), либо нахлесточное (рис. 16, в), либо стыковое (рис. 16, г) сварное соединение двух пластин размерами 60X25X5 и 40X15X5 мм. Исходные данные для сварных соединений приведены в табл. 10. Сварное соединение должно иметь на чертеже свое обозначение (см. рис. 1).

В соответствии с ГОСТ 2.312-72 сварной шов показывают сплошной основной линией (если шов видимый) или штриховой линией (если шов невидимый). Одиночные

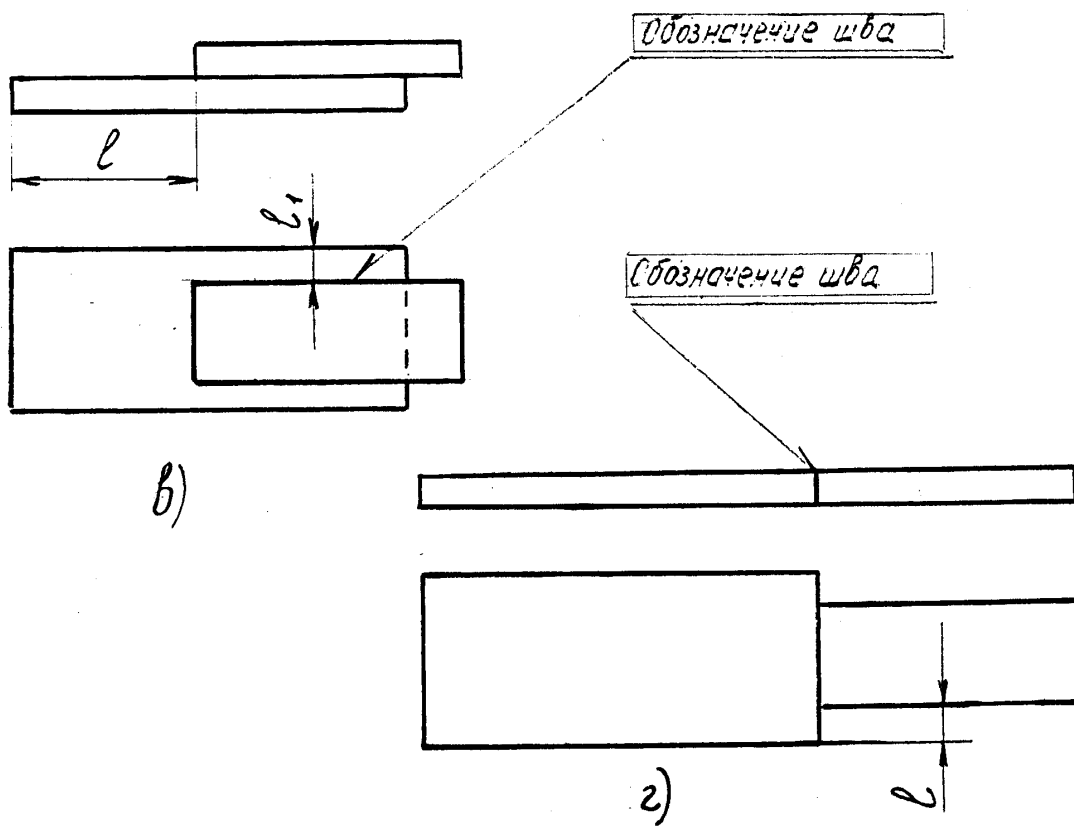
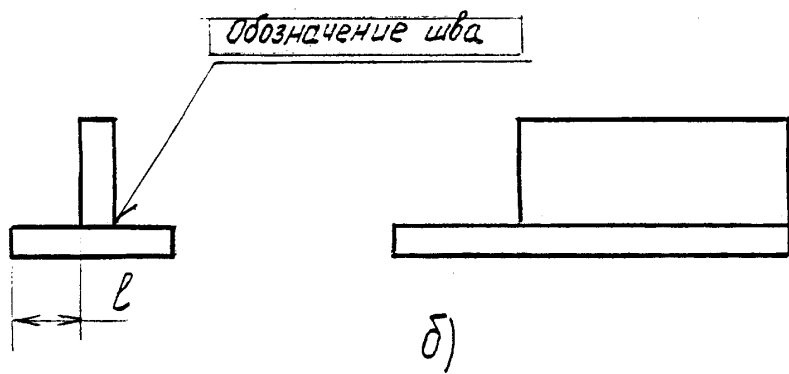
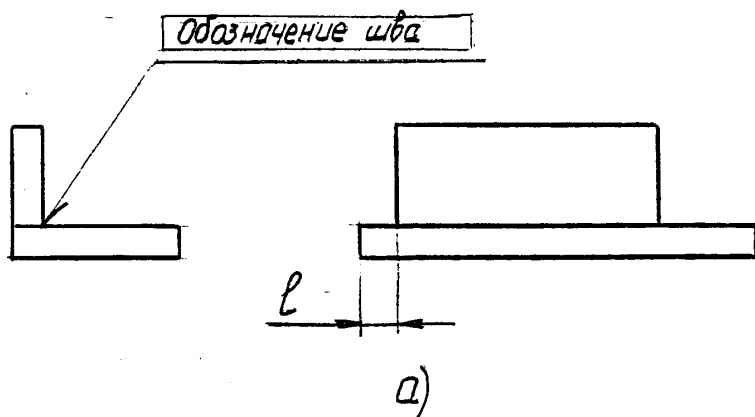


Таблица 10

Соединения	Характеристики, параметры	Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Угловые (рис. 16а)	Стандарт на шов	ГОСТ 5264-80									
	БЦО шва	44	45	46							
	Размер катета шва	6	5	6							
	Размер ℓ	10	15	5							
Тавровые (рис. 16б)	Стандарт на шов				ГОСТ 14806-80						
	БЦО шва				T1	T3					
	Размер катета шва				6	5					
	Размер ℓ				10	5					
Нахлесточные (рис. 16в)	Стандарт на шов						ГОСТ 11533-75				
	БЦО шва						H1	H2	H1		
	Размер катета шва						5	5	5		
	Размер ℓ						25	30	35		
	Размер ℓ_1						5	10	0		
Стыковые (рис. 16г)	Стандарт на шов									ГОСТ 15164-78	
	БЦО шва									C1	C2
	Размер ℓ									5	10

видимые сварные точки показывают знаком «+», выполненным сплошной основной линией. Длина отрезков линий этого знака 5 . . . 10 мм.

От изображения сварного шва проводят линию – выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. К линии-выноске присоединяют горизонтальную полку, на которую помещают условное обозначение сварного шва. Структура условного обозначения сварного шва представлена на рис. 17, где:

1 – обозначение стандарта на основные типы и конструктивные элементы сварных швов; в частности, ГОСТ 5264-80 определяет основные типы и конструктивные элементы сварных швов при ручной дуговой сварке, ГОСТ 14806-80 регламентирует основные типы и конструктивные элементы швов, выполняемых ручной дуговой сваркой в среде защитных газов, ГОСТ 11533-75 посвящен сварным швам, выполняемым автоматической и полуавтоматической сваркой под флюсом, ГОСТ 15164-78 устанавливает типы и конструктивные элементы швов, выполняемых электрошлаковой сваркой;

2 – буквенно-цифровые обозначения (БЦО) шва; оно характеризует взаимное расположение свариваемых деталей (У – угловое, Т – тавровое, Н – нахлесточное, С – стыковое), а также характер шва (односторонний, двухсторонний) и форму свариваемых кромок; в частности БЦО, содержащиеся в табл. 10, в соответствующих стандартах обозначают:

У4 – угловое расположение, шов односторонний, без скоса кромок;

У5 – угловое расположение, шов двухсторонний, без скоса кромок;

У6 – угловое расположение, шов односторонний, со скосом одной кромки;

Т1 – тавровое расположение, шов односторонний, без скоса кромок;

Т3 – тавровое расположение, шов двухсторонний, без скоса кромок;


Н1 – нахлестное соединение, шов односторонний;

Н2 – нахлестное соединение, шов двухсторонний;


С1 – стыковое соединение, без скоса кромок;

С2 – стыковое соединение, без скоса кромок, на остающейся подкладке;

3 – условное обозначение способа сварки; в частности по ГОСТ 11533-75: А – автоматическая сварка под флюсом, П – полуавтоматическая сварка под флюсом и т.д.; данное условное обозначение на чертежах допускается не указывать;

4 – знак  размер катета сварочного шва;

5 – характеристики прерывистого шва, диаметр сварной точки, ширина шва шовной сварки;

6 – вспомогательные знаки; например, знак  означает расположение шва по незамкнутой линии.

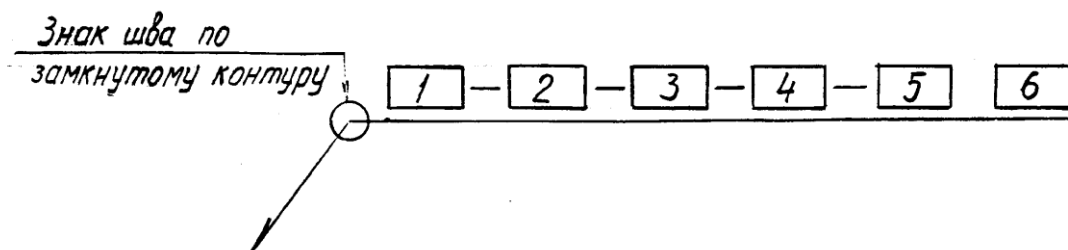


Рис. 17

9. ПАЯНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Выполняется паяное соединение двух деталей – пластины толщиной 5 мм и трубки длиной 50 мм (рис. 18, а). Необходимые размеры приведены в табл. 11. Правила изображения и обозначения паяного соединения установлены ГОСТ 2.313-82. Место

соединения спаянных деталей показывается линией толщиной $2S$, где S – толщина сплошной основной линии. Для обозначения паяного соединения применяется условный знак, изображенный на рис. 19, а. Знак наносят сплошной основной линией на тонкой линии-выноске, заканчивающейся стрелкой. Обозначение шва по замкнутой линии дополняется окружностью диаметром $3 \dots 5$ мм, наносимой тонкой линией. Марка припоя указывается в технических требованиях (ТТ) чертежа.

10. КЛЕЕНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Выполняется клееное соединение двух плоских деталей (рис. 18, б). Необходимые размеры даны в табл. 11. Согласно ГОСТ 2.313-82 место соединения склеиваемых деталей показывается толстой линией (толщина $2S$). Для обозначения клееного соединения применяется знак, изображенный на рис. 19, б. Этот знак наносится основной линией на тонкой линии – выноске, заканчивающейся стрелкой. Марка клея указывается в ТТ чертежа.

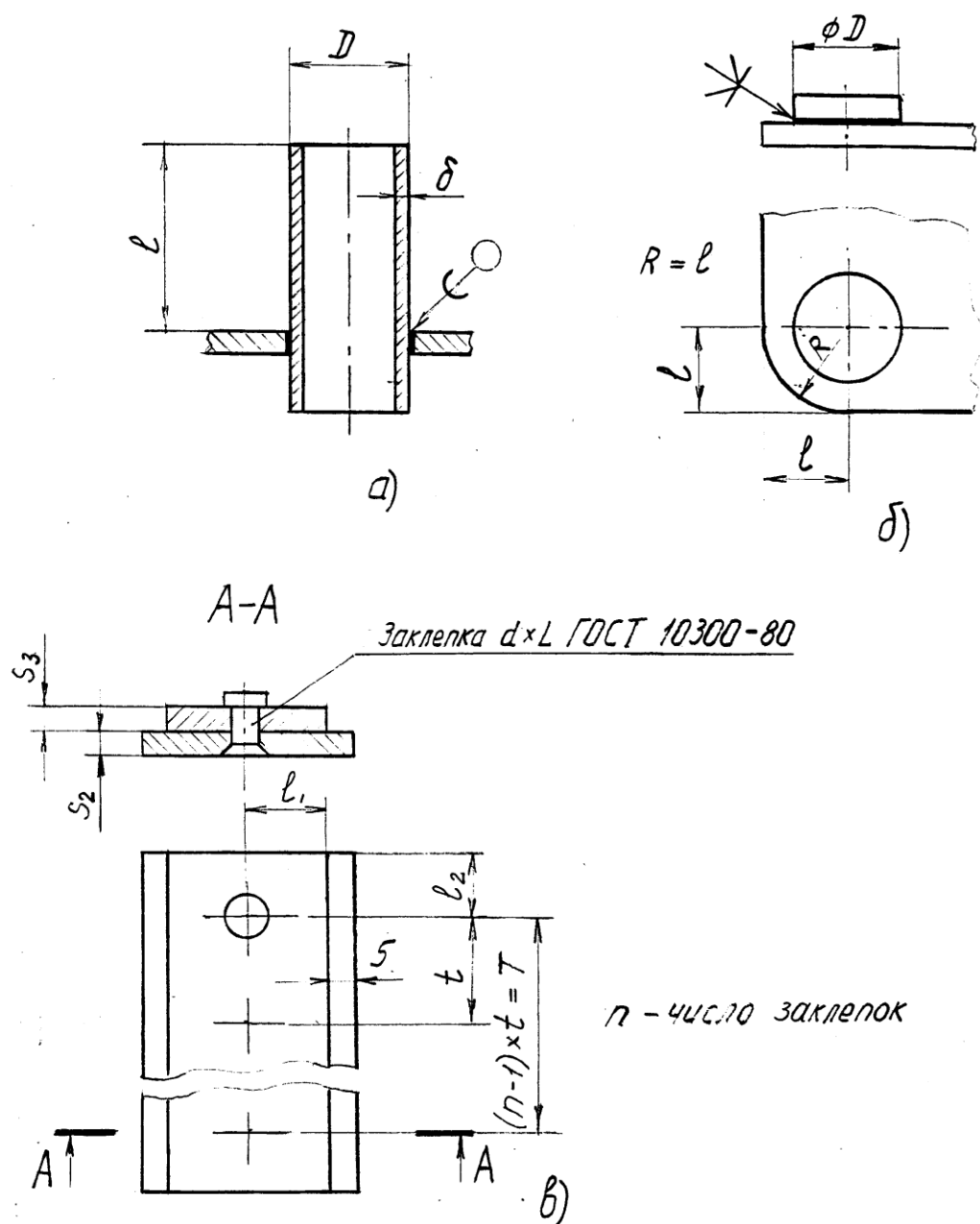


Рис. 19

Таблица 11

Соедине- ния	Парамет- ры	Номера вариантов									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Паяные (рис. 18а)	Диаметр трубки D	30	28	25	22	21	20	18	16	14	20
	Толщина стенки δ	2,8	2,5	2,2	2,2	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	2,8
	Размер ℓ	45	40	35	30	25	20	45	40	35	30
Клеевые (рис. 18б)	Диаметр D	20	22	25	28	30	28	25	22	20	25
	Размер ℓ	15	16	18	19	20	19	18	16	15	18
Клепанные (рис. 18в)	Стандарт на заклепку	ГОСТ 10299-80					ГОСТ 10300-80				
	Диаметр заклепки	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
	Число заклепок n	10	11	12	13	14	9	10	11	12	13
	Толщина S_2	3	2	3	4	5	3	4	5	6	7
	Толщина S_3	3	3	4	5	6	2	3	4	5	6
	Размер ℓ_1	8	10	12	12	15	8	10	12	12	15
	Размер ℓ_2	10	12	15	20	25	10	12	15	20	25
	Шаг t	25	30	32	45	50	25	30	32	45	50

11. КЛЕПАНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Клепанные соединения применяются главным образом в конструкциях, работающих в условиях интенсивных вибрационных нагрузок и изготавливаемых из плохо свариваемых материалов.

В данной работе студенты выполняют клепаное соединение двух пластин шириной 30 и 40 мм (рис. 18, в). Необходимая информация для выполнения соединения приведена в табл. 11.

На чертеже заклепка должна иметь свое обозначение (см. рис. 1 и рис. 18, в).

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень с головкой. Головки могут быть полукруглой формы (ГОСТ 10299-80); конической формы и др.

Основные размеры заклепок с полукруглой головкой по ГОСТ 10299-80 (рис. 20, а) и заклепок с потайной головкой по ГОСТ 10300-80 (рис. 20, б) приведены в табл. 12.

Основными параметрами заклепки, отмеченными в ее обозначении, являются диаметр заклепки d и длина L .

Примеры обозначений заклепок:

Заклепка с полукруглой головкой диаметром стержня $d = 5$ мм, длиной $L = 22$ мм из материала группы 00, без покрытия:

Заклепка 5Х22 ГОСТ 10299-80.

Заклепка с потайной головкой диаметром $d = 6$ мм, длиной 28 мм, из материала группы 00, без покрытия:

Заклепка 6Х28 ГОСТ 10300-80.

Расчетная длина заклепки может быть вычислена по формуле $L = S_n + 1,2d$, где S_n – толщина склепываемого пакета. Расчетное значение длины заклепки следует округлить до ближайшего стандартного значения длины, выбираемого из следующего ряда: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 50 и т.д., (мм).

Диаметр замыкающей головки $\approx 1,7d$, высота замыкающей головки $\approx 0,5d$.

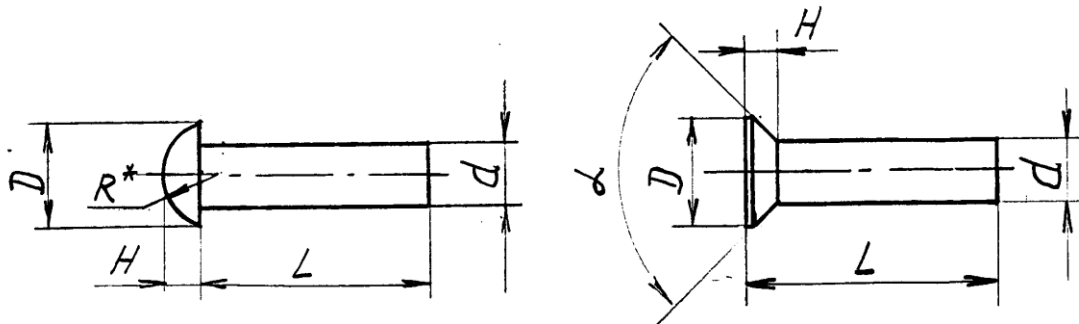


Рис. 20

Таблица 12

Вид заклёп- ки	Параметры	Диаметр заклёпки d				
		2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Заклёпки по ГОСТ 10299-80 (Рис. 20а)	Длина L	3...20	4...40	5...50	7...60	7...60
	Высота головки H	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6
	Диаметр головки D	4,4	5,3	7,1	8,8	11
	Радиус R	2,4	2,9	3,8	4,7	6
Заклёпки по ГОСТ 10300-80 (Рис. 20б)	Длина L	4...20	4...40	5...50	8...60	8...60
	Высота головки H	1,1	1,2	1,6	2,0	2,4
	Диаметр головки D	4,5	5,2	7,0	8,8	10,3
	Угол α	90°				

Канд. техн. наук, доц. В.А.Андреев
ст. преподаватель О.Л. Анкинович
ст. преподаватель В.В. Артемьева

Инженерная графика.
Задание и методические указания к
выполнению контрольной работы №2
Часть I
Крепежные детали и соединения.
Зубчатые передачи.